

## Beschreibung

Verfahren zum Betrieb eines Funkkommunikationssystems, Empfangsstation sowie Sendestation für ein Funkkommunikations-  
5 system

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Funkkommunikationssystems sowie eine Empfangsstation und eine Sendestation für ein solches Funkkommunikationssystem.

10

In Funkkommunikationssystemen werden Signale in Form von elektromagnetischen Wellen über die Luft übertragen. Bei der Übertragung über die Luft kommt es aufgrund unterschiedlicher Einflüsse zu Verzerrungen der zu übertragenden Signale.  
15 Aufgrund dieser Verzerrungen weichen die an einer Empfangsstation empfangenen Signale von den von der entsprechenden Sendestation ausgesendeten Signalen ab.

Derzeit werden zahlreiche Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der sogenannten MIMO (Multiple Input Multiple Output-) Antennen für Funkkommunikationssysteme durchgeführt. Sowohl der Sender als auch der Empfänger haben dabei jeweils mehrere Antennen. Die MIMO-Technik kann beispielsweise für räumliches Multiplexen oder zum Erzielen von Diversitätsgewinnen eingesetzt werden. MIMO kann die Leistungsfähigkeit eines Funksystems, beispielsweise die spektrale Effizienz, beträchtlich steigern. Jedoch hängt die Leistungsfähigkeit von der Genauigkeit der Informationen ab, die die Übertragungskanäle zwischen Sender und Empfänger in beiden Übertragungsrichtungen  
25 betreffen. Um die besten Resultate zu erzielen, sind sowohl Informationen über den Übertragungskanal in der einen wie auch in der anderen Übertragungsrichtung notwendig. Da bei MIMO-Systemen eine große Anzahl von Sende- und Empfangsanten  
30

2

nen zum Einsatz kommen und zwischen jeweils einem Antennenpaar ein separater Übertragungskanal mit jeweils individuellen Übertragungseigenschaften ausgebildet wird, ist in einem solchen System die Kenntnis der Übertragungseigenschaften einer sehr großen Anzahl von Kanälen notwendig. Die Anzahl an Kanälen ist auch deshalb so groß, weil für leistungsfähige Algorithmen die Übertragungsfunktion von jeder Sende- zu jeder Empfangsantenne - dass heißt auch die Interferenz zwischen den Antennen - bekannt sein muss.

10

Bei Funksystemen, die für beide Übertragungsrichtungen das gleiche Frequenzband benutzen, kann aus der Kenntnis der Eigenschaften des Kanals für die eine Übertragungsrichtung auf die Eigenschaften des Kanals der anderen Übertragungsrichtung geschlossen werden. Werden dagegen unterschiedliche Frequenzen pro Übertragungsrichtung verwendet, unterscheiden sich die Kanaleigenschaften unter Umständen deutlich, so dass dieses Vorgehen nicht möglich ist.

20 Um einem Sender Informationen über den Übertragungskanal zwischen Sender und Empfänger mitzuteilen, wäre es nun möglich, die entsprechenden Informationen beim Empfänger aufgrund von von diesem empfangenen Signalen zu generieren und sie anschließend zum Sender zu übermitteln. Dies würde jedoch erfordern, dass für die Übermittlung dieser Informationen zusätzliche Übertragungskapazität bereitgestellt wird.

25

Bei sich schnell ändernden Funkkanälen muss diese Information außerdem sehr häufig übermittelt werden.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine entsprechende Information über Eigenschaften eines Übertragungskanals mit

3

möglichst wenig Aufwand von einer Empfängerstation zu einer Sendestation zu übermitteln.

5 Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie mit einer Empfangsstation und einer Sendestation gemäß den nebengeordneten Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand abhängiger Ansprüche.

10 Das Verfahren zum Betrieb eines Funkkommunikationssystems sieht vor, dass eine Empfangsstation über einen ersten Übertragungskanal ein Signal von einer Sendestation empfängt. Von der Empfangsstation wird ein Kanalparameter des ersten Übertragungskanals bestimmt. Ein Parameter eines von der Empfangsstation über einen zweiten Übertragungskanal zur Sendestation zu übertragenden ersten Datensymbols wird zur Mitteilung des Kanalparameters des ersten Übertragungskanals an die Sendestation in Abhängigkeit von dem Kanalparameter eingestellt.

20

Der Kanalparameter des ersten Übertragungskanals entspricht einer Information über den ersten Übertragungskanal. Es kann sich dabei beispielsweise um einen Phasenparameter, also eine Information über eine aufgrund der Übertragung über den ersten Übertragungskanal erfolgende Phasenverschiebung, oder auch um einen Amplitudenparameter, also eine aufgrund der Übertragung über den ersten Übertragungskanal erfolgende Amplitudendämpfung, handeln. Der Kanalparameter des ersten Übertragungskanals kann günstigerweise durch die Durchführung einer Kanalschätzung für den ersten Übertragungskanal von der Empfangsstation ermittelt werden. Verfahren zur Kanalschätzung sind dem Fachmann hinlänglich bekannt. Kanalschätzungen können beispielsweise durch Korrelation von empfangenen  $P_i$

25  
30

lotsymbolen mit in der Empfangsstation gespeicherten Versionen der Pilotsymbole durchgeführt werden.

Durch die Erfindung ist es möglich, den Kanalparameter des ersten Übertragungskanals ohne zusätzlichen Aufwand an Übertragungskapazität von der Empfangsstation zur Sendestation zu übermitteln. Dies geschieht dadurch, dass aufgrund des Wertes des Kanalparameters lediglich ein Parameter eines ohnehin von der Empfangsstation zur Sendestation zu übertragenden ersten Datensymbols geändert wird. Auf der Seite der Sendestation, die dieses erste Datensymbol empfängt, ist es dann möglich, die Information über den Kanalparameter des ersten Übertragungskanals wieder aus dem empfangenen ersten Datensymbol zu extrahieren.

Das Wiedergewinnen des Wertes des Kanalparameters aus dem empfangenen ersten Datensymbol durch die Sendestation kann beispielsweise dann leicht durchgeführt werden, wenn es sich beim ersten Datensymbol um ein der Sendestation bekanntes Symbol handelt. Das erste Datensymbol kann beispielsweise ein Pilotsymbol sein, dass gleichzeitig zur Schätzung des zweiten Übertragungskanals zwischen Empfangsstation und Sendestation von der Sendestation verwendet wird.

Ist das erste Datensymbol der Sendestation nicht bekannt, kann der Wert des ersten Kanalparameters beispielsweise dadurch von der Sendestation bestimmt werden, indem durch denselben Kanalparameter nicht nur ein Parameter eines ersten Datensymbols sondern auch eines zweiten Datensymbols, dass über den zweiten Übertragungskanal von der Empfangsstation zur Sendestation zu übertragen ist, durch die Empfangsstation beeinflusst wird. Günstigerweise wird der Parameter des von der Empfangsstation zur Sendestation zu übertragenden ersten

5

Datensymbols durch Addition des Wertes des Kanalparameters geändert, während ein Parameter des zweiten von der Empfangsstation zur Sendestation zu übertragene Datensymbols durch Subtraktion des Wertes des Kanalparameters geändert wird.

5

Das zweite Datensymbol kann vor oder nach dem ersten Datensymbol von der Empfangsstation zur Sendestation übermittelt werden.

- 10 Da der Kanalparameter des ersten Übertragungskanals den Wert des Parameters des ersten Datensymbols beeinflusst, ist es mit der Erfindung möglich, den Kanalparameter in analoger Form zur Sendestation zu übermitteln.
- 15 Die Erfindung ist insbesondere auch ohne weitreichende Änderung des entsprechenden Systemstandards anwendbar in Funksystemen, für die im entsprechenden Standard ein derartiges Vorgehen bislang nicht vorgesehen ist. Diese Erfindung kann ohne Änderung der Definition der Luftschnittstelle in bekannten
- 20 Funksystemen eingesetzt werden, da lediglich die Sendestation und die Empfangsstation so angepasst werden müssen, dass die Beeinflussung des Parameters des ersten Datensymbols durch den Kanalparameter des ersten Übertragungskanals sowie die Extraktion dieser Informationen bei der Sendestation möglich
- 25 wird.

- Die Erfindung kann in beliebigen Funkkommunikationssystemen eingesetzt werden. Sie eignet sich insbesondere auch für den Einsatz in Mobilfunksystemen. Besonders geeignet ist sie für
- 30 den Einsatz in Systemen, bei dem zwischen Sendestation und Empfangsstation eine große Anzahl von ersten Übertragungskanälen zum Einsatz kommt, wie dies beispielsweise bei MIMO-Systemen der Fall ist. Bei derartigen Systemen ist es von be

6

sonderem Vorteil, dass durch die Erfindung keine zusätzlichen Übertragungsressourcen zur Mitteilung des Kanalparameters an die Sendestation notwendig sind.

- 5 Die Erfindung eignet sich beispielsweise zum Einsatz in OFDM-Systemen (Orthogonal Frequency Division Multiplex). Sie kann auch bei den derzeit im Aufbau befindlichen CDMA-Mobilfunksystemen der dritten Generation (beispielsweise UMTS, CDMA 2000) eingesetzt werden.

10

Der Parameter des von der Empfangsstation zur Sendestation zu übertragenden ersten Datensymbols kann wahlweise durch Addition oder Subtraktion des Wertes des Kanalparameters des ersten Übertragungskanals geändert werden.

15

- Wenn die von der Empfangsstation zu übertragenden Datensymbole, deren Parameter in Abhängigkeit des Kanalparameters des ersten Übertragungskanals geändert wird, Pilotsymbole sind, die der Sendestation von vornherein bekannt sind und die einer Schätzung des zweiten Übertragungskanals durch die Sendestation dienen, dann ist die Ermittlung des Kanalparameters durch die Sendestation besonders leicht möglich. Indem dann beim ersten Datensymbol beispielsweise der Parameter durch Addition des Wertes des Kanalparameters des ersten Übertragungskanals verändert wird und der Parameter des zweiten Datensymbols durch Subtraktion des Kanalparameters verändert wird, lässt sich der Kanalparameter durch die Sendestation leicht ermitteln.

- 30 Insbesondere wenn das erste und das zweite Datensymbol identisch sind, kann durch einfache Addition der durch die Sendestation festgestellten Parameter der empfangenen ersten und zweiten Datensymbole und anschließende Division durch zwei

7

der Wert des Kanalparameters ermittelt werden. Dann muss der Sendestation das erste und zweite Datensymbol nicht bekannt sein.

- 5 Handelt es sich bei den ersten und zweiten Datensymbole um identische, der Sendestation bekannte Pilotsymbole, kann gleichzeitig anhand dieser beiden Pilotsymbole eine Kanalschätzung des zweiten Übertragungskanals durchgeführt werden. Hierzu ist es lediglich erforderlich, die durch die Sendestation festgestellten Parameter der empfangenen ersten und  
10 zweiten Datensymbole voneinander zu subtrahieren und anschließend durch zwei zu dividieren.

- Nachdem eine Kanalschätzung auch des zweiten Übertragungskanals anhand dieser beiden Pilotsymbole erfolgt ist, was vorzugsweise zu Beginn eines Übertragungsrahmens erfolgt, kann für nachfolgende Datensymbole, die nun nicht mehr unbedingt der Sendestation bekannt sein müssen, die Sendestation näherungsweise angenommen werden, dass sich der zweite Übertragungskanal nur geringfügig ändert. Dann kann die Sendestation auch bei einem unbekannten ersten und zweiten Datensymbol, das von der Empfangsstation an sie übermittelt wird, für diese anhand der zuvor für den zweiten Übertragungskanal ermittelten Kanalparameter eine korrekte Datendetektion durchführen, wobei angenommen werden kann, dass Abweichungen im Phasendiagramm zwischen dem idealen Wert der Phase des zu detektierenden Symbols und der tatsächlich ermittelten Phase auf die Addition bzw. Subtraktion des Kanalparameters des ersten Übertragungskanals durch die Empfangsstation zurückzuführen  
25 sind.
- 30

Die erfindungsgemäße Empfangsstation und die erfindungsgemäße Sendestation weisen die notwendigen Komponenten auf, um für

die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet werden zu können.

Obwohl für die beiden hier betrachteten Stationen die Begriffe „Empfangsstation“ und „Sendestation“ verwendet werden, ist es selbstverständlich, dass beide Stationen sowohl zum Senden als auch zum Empfangen von Daten in der Lage sind.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Funkkommunikationssystems und

15

Figur 2 die Veränderung eines Parameters von Datensymbolen durch eine Empfangsstation aus Figur 1.

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Funkkommunikationssystem am Beispiel eines Mobilfunksystems.

20

Mobilfunksysteme weisen netzseitige Basisstationen auf, die stationär sind und zur Versorgung von jeweils einer von einer Vielzahl von Funkzellen dienen. Teilnehmerstationen des Mobilfunksystems, die in der Regel mobil sind, können über die Basisstationen eine Kommunikationsverbindung unterhalten.

25

Figur 1 zeigt eine Sendestation BS in Form einer Basisstation und eine Empfangsstation in Form einer Teilnehmerstation MS des Mobilfunksystems. Die Sendestation BS weist wenigstens eine Antenne AB auf, die zum Senden und Empfangen von Signalen zur bzw. von der Empfangsstation MS dienen. Die Empfangsstation MS weist wenigstens eine Antenne AM auf, die zum Emp

30



fangen bzw. Senden von Signalen von bzw. zur Sendestation BS dient. Die Sendestation BS übermittelt in einem ersten Frequenzbereich über einen ersten Übertragungskanal C1 ein erstes Signal S1 zur Empfangsstation MS. Die Empfangsstation MS  
5 sendet in einem zweiten Frequenzbereich über einen zweiten Übertragungskanal C2 zweite Signale S2 zur Sendestation BS. Es handelt sich aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Frequenzbereiche für die Abwärtsrichtung (Downlink) und die Aufwärtsrichtung (Uplink) um ein sogenanntes FDD (Frequency  
10 Division Duplex) -System. Die Übertragungskanäle C1, C2 können sich auch zusätzlich oder alternativ durch weitere Parameter voneinander unterscheiden, beispielsweise durch unterschiedliche Spreizcodes oder unterschiedliche Zeitschlitzze.

15 Die Sendestation BS weist eine Übertragungseinheit TB auf, die das erste Signal S1 erzeugt, welches anschließend über die Antenne AB und den ersten Übertragungskanal C1 zur Antenne AM der Empfangsstation MS übertragen wird. Die Empfangsstation MS weist eine Empfangseinheit RM auf, von der das  
20 erste Signal S1 einer Kanalschätzeinheit CE zugeführt wird. Die Kanalschätzeinheit CE führt anhand des ersten Signals S1 eine Schätzung des ersten Übertragungskanals C1 durch. Dies geschieht dadurch, dass das erste Signal S1 Pilotsymbole enthält, die der Empfangsstation MS bekannt sind. Die Kanalschätzeinheit CE führt eine Korrelation zwischen den empfangenen  
25 Pilotsymbolen und einer in der Empfangsstation MS gespeicherten Version dieser Pilotsymbole durch, um die Eigenschaften des ersten Übertragungskanals C1 zu ermitteln. Als Ergebnis der Kanalschätzung ermittelt die Kanalschätzeinheit  
30 CE wenigstens einen Kanalparameter P des ersten Übertragungskanals C1. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Kanalparameter P um einen Phasenparameter, dass heißt eine Information über eine Phasenverzerrung, die das

10

erste Signal S1 durch die Übertragung über den ersten Übertragungskanal C1 erfährt.

Die Empfangsstation MS enthält weiterhin eine Verarbeitungseinheit PUM, der der Kanalparameter P von der Kanalschätz-  
5 einheit CE zugeführt wird. Weiterhin werden der Verarbeitungseinheit PUM ein erstes Datensymbol D1 und ein zweites Datensymbol D2 zugeführt, die unabhängig von der Kanalschätzung des ersten Übertragungskanals C1 zur Sendestation BS zu über-  
10 tragen sind. Die Verarbeitungseinheit PUM der Empfangsstation MS variiert nun einen Parameter der beiden Datensymbole D1, D2, nämlich ihre Phase, in Abhängigkeit von dem Kanalparameter P. Dies wird weiter unten anhand der Figur 2 noch näher erläutert. Als Ergebnis liefert die Verarbeitungseinheit PUM  
15 ein Signal S2 mit modifizierten Datensymbolen D1', D2' an eine Sendeeinheit TM der Empfangsstation MS. Die Sendeeinheit TM überträgt das zweite Signal S2 zur Antenne AM der Sendestation MS, von der das zweite Signal S2 über den zweiten Übertragungskanal C2 zur Antenne AB der Sendestation BS über-  
20 mittelt wird.

Von der Antenne AB der Sendestation BS gelangt das zweite Signal S2 über eine Empfangseinheit RB der Sendestation BS zu einer Verarbeitungseinheit PUB. Die Verarbeitungseinheit PUB  
25 trennt durch eine Operation, die entgegengesetzt zu derjenigen der Verarbeitungseinheit PUM der Empfangsstation MS ist, die ursprünglichen Datensymbole D1, D2 von dem Kanalparameter P. Der Kanalparameter P wird anschließend einer Steuereinheit CTR zugeführt, die in seiner Abhängigkeit entsprechende Steuersignale C erzeugt, die der Sendeeinheit TB der Sendestation  
30 BS zugeführt werden und dort zum Einstellen der Sendeeinheit TB bzw. der Antenne AB verwendet werden. Auf diese Weise können die Sendeeigenschaften der Sendestation BS an die Eigen

schaften des ersten Übertragungskanals C1 angepasst werden, so dass die Übertragung in dieser Richtung verbessert werden kann.

5   Figur 2 zeigt ein Phasendiagramm, in dem die Datensymbole D1, D2, die von der Empfangsstation MS in Figur 1 ausgesendet werden sollen, nach ihrem Realteil Re und Imaginärteil Im eingetragen wurden. Bei diesem Ausführungsbeispiel wurde angenommen, dass die beiden Datensymbole D1, D2 identisch sind,  
10   also gleiche Phase und gleiche Amplitude aufweisen. Sie weisen einen Phasenwinkel  $\alpha$  und eine Amplitude auf, die durch ihren Abstand vom Koordinatenursprung bestimmt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel soll der Kanalparameter P wie oben erwähnt, ein Phasenparameter sein. Der Wert des Kanalparameters P ist ein Winkel  $\beta$ . Die Verarbeitungseinheit PUM der  
15   Empfangsstation MS modifiziert nun den Winkel  $\alpha$  des ersten Datensymbols D1, indem dieser um den Winkel  $\beta$  erhöht wird. Dies ergibt das resultierende erste Datensymbol D1' mit einem Phasenwinkel  $\alpha + \beta$ . Die Phase des zweiten Datensymbols D2, die  
20   ebenfalls dem Winkel  $\alpha$  entspricht, wird dadurch modifiziert, dass der Winkel  $\beta$ , also der Wert des Kanalparameters P des ersten Übertragungskanals C1, von diesem subtrahiert wird. Hieraus ergibt sich das resultierende zweite Datensymbol D2'. Das resultierende zweite Datensymbol D2' hat folglich eine  
25   Phase von  $\alpha - \beta$ .

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird lediglich die Phase der ersten und zweiten Datensymbole D1, D2 in Abhängigkeit vom Kanalparameter P eingestellt. Bei anderen Ausführungsbeispielen der Erfindung kann alternativ oder zusätzlich zur Phase  
30   auch die Amplitude der Datensymbole D1, D2 in Abhängigkeit eines Amplitudenparameters des ersten Übertragungskanals C1 verändert werden. Dies hätte zur Folge, dass der Abstand der

12

resultierenden Datensymbole  $D1'$ ,  $D2'$  vom Koordinatenursprung des Phasendiagramms aus Figur 2 größer bzw. kleiner als der Abstand der ursprünglichen Datensymbole  $D1$ ,  $D2$  ist. In der Darstellung aus Figur 2 dagegen ist der Abstand der ursprünglichen Datensymbole  $D1$ ,  $D2$  und der resultierenden Datensymbole  $D1'$ ,  $D2'$  vom Koordinatenursprung jeweils identisch, da hier keine Amplitudenparameter des ersten Übertragungskanals  $C1$  berücksichtigt werden.

Die Übertragung von Informationen über einen Amplitudenparameter des ersten Übertragungskanals könnte in Einzelfällen problematisch sein, da hohe Spitzen oder starke Einbrüche des über den ersten Übertragungskanal übertragenen Signals dazu führen können, dass das Signal, mit dem das erste Datensymbol übertragen wird, sehr klein wird oder sehr große Amplitudenwerte erreicht. Um dies zu vermeiden, kann es sinnvoll sein, keinen Amplitudenparameter, sondern lediglich einen Phasenparameter des ersten Übertragungskanals von der Empfangsstation zur Sendestation auf die beschriebene Art zu übertragen. Insbesondere in MIMO-Systemen ist eine Information über die Phasenverzerrung ohnehin von größerer Relevanz als eine Information über die Amplitudenverzerrung.

Die Übertragung von Amplitudenwerten als Kanalparameter des ersten Übertragungskanals durch Modifizierung eines Parameters des ersten Datensymbols  $D1$  kann in den folgenden Weisen vorteilhaft erfolgen:

a) Amplitudenwerte des ersten Übertragungskanals, die anhand von über den ersten Übertragungskanal übertragenen Pilot-symbolen ermittelt wurden, werden jeweils um einen vorher festgelegten Faktor verkleinert. Dadurch wird vermieden, dass durch Addition bzw. Subtraktion dieser Amplitudenwer

13

te auf die entsprechenden Amplitudenwerte des ersten und zweiten Datensymbols sehr große oder sehr kleine Amplitudenwerte resultieren. Hierdurch nimmt jedoch in gewisser Weise die Genauigkeit der übermittelten Amplitudenwerte ab.

- 5
- b) Es könnte eine Begrenzung der maximal bzw. minimal resultierenden Amplitudenwerte der Amplitude des ersten und zweiten Datensymbols nach durchgeführter Addition bzw.
- 10 Subtraktion der Amplitudenwerte des ersten Übertragungskanals durchgeführt werden.
- c) Die zu übertragenden Amplitudenwerte, können in Phasenwerte umkodiert werden. Dass heißt die Amplitudenwerte der
- 15 ersten und zweiten Datensymbole, die über den zweiten Übertragungskanal zu übertragen sind, werden gar nicht mehr durch die für den ersten Übertragungskanal ermittelten Amplitudenwerte verändert. Stattdessen erfolgt nach einer zuvor festzulegenden Kodierung bei der Empfangsstation ei-
- 20 ne Umrechnung der Amplitudenwerte in entsprechende Phasenwerte. Diese Umrechnung wird im Sinne einer Dekodierung bei der Sendestation anschließend wieder rückgängig gemacht. Um bei einem solchen System sowohl Phasenwerte als auch Amplitudenwerte für den ersten Übertragungskanal über
- 25 den zweiten Übertragungskanal zur Sendestation zu übertragen, sind dann jedoch beispielsweise vier Datensymbole notwendig: Zwei Datensymbole, mit denen der Phasenwert übertragen wird und zwei weitere Datensymbole, mit denen der zugehörige Amplitudenwert übertragen wird.

30

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird angenommen, dass das zweite Datensymbol D2 unmittelbar nach dem ersten Datensymbol D1 von der Empfangsstation MS zur Sendestation BS übertragen

14

wird. Für nicht unmittelbar hintereinander übertragene Datensymbole kann angenommen werden, dass sich die beiden Übertragungskanäle C1, C2 stationär verhalten. Diese Annahme gilt, sofern die beiden Datensymbole innerhalb der Kohärenzzeit des verwendeten Übertragungskanals übertragen werden. Dies ist die Zeit, während derer sich der Übertragungskanal zwischenzeitlich nicht merklich ändert. Bei bewegter Sendestation oder Empfangsstation hängt die Kohärenzzeit im Wesentlichen von der Geschwindigkeit der beweglichen Stationen ab.

10

Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die ersten und zweiten Datensymbole D1, D2 ebenfalls Pilotsymbole, die von der Sendestation BS zur Schätzung des zweiten Übertragungskanals C2 verwendet werden. Daher sind die beiden Datensymbole D1, D2 der Sendestation BS bekannt. Aufgrund der Stationarität des zweiten Übertragungskanals C2 während der Übertragung der beiden Datensymbole D1, D2 kann durch einfache Subtraktion der Phase des zweiten resultierenden Datensymbols  $D2'$  ( $\alpha - \beta$ ) von der Phase des ersten resultierenden Datensymbols  $D1'$  ( $\alpha + \beta$ ) und anschließende Division durch 2 der Wert  $\beta$  des Kanalparameters P des ersten Übertragungskanals C1 in der Empfangsstation BS berechnet werden:

20

$$\beta = ((\alpha + \beta) - (\alpha - \beta)) / 2.$$

25

Aufgrund der Stationarität des zweiten Übertragungskanals C2 im betrachteten Zeitraum ist die Phasenverzerrung, die während der Übertragung der resultierenden Datensymbole  $D1'$ ,  $D2'$  erfolgt, für beide Datensymbole gleich. Durch die vorstehende erläuterte Subtraktion wird dieser Einfluss des zweiten Übertragungskanals C2 automatisch wieder herausgerechnet und beeinflusst das Ergebnis nicht.

30

15

Wird in obiger Formel das Minuszeichen zwischen den Klammerausdrücken in ein Pluszeichen geändert, erhält man als Ergebnis den Wert von  $\alpha$ , dass heißt den Phasenwert für das erste und zweite Datensymbol ohne addierte bzw. subtrahierte Phasenwerte  $\beta$  des ersten Übertragungskanal.  $\alpha$  kann für die Durchführung einer Kanalschätzung des zweiten Übertragungskanal anhand des ersten und zweiten Datensymbols  $D1$ ,  $D2$  verwendet werden, da es sich, wie oben erwähnt, um der Sendestation bekannte Pilotsymbole handelt. Ein vom erwarteten Phasenwert des Pilotsymbols abweichender Phasenwert  $\alpha$  ist durch die Phasenverzerrung des zweiten Übertragungskanal  $C2$  bedingt.

Die Erfindung kann insbesondere dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn die Sendestation  $BS$  und die Empfangsstation  $MS$  jeweils eine Vielzahl von Antennen  $AB$ ,  $AM$  aufweisen, die als sogenannte intelligente Antennen (Smart Antennas) betrieben werden. Die Kenntnis der Eigenschaften des ersten Übertragungskanal  $C1$  ist bei solchen Systemen (insbesondere wenn es sich um MIMO-Systeme handelt) auf der Seite der Sendestation  $BS$  vorteilhaft, um eine möglichst gute Leistungsfähigkeit des Systems zu gewährleisten.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Funkkommunikationssystems, bei dem
  - 5 - eine Empfangsstation (MS) über einen ersten Übertragungskanal (C1) ein Signal (S1) von einer Sendestation (BS) empfängt,
  - von der Empfangsstation (MS) ein Kanalparameter (P) des ersten Übertragungskanals (C1) bestimmt wird
  - 10 - und ein Parameter ( $\alpha$ ) eines von der Empfangsstation (MS) über einen zweiten Übertragungskanal (C2) zur Sendestation (BS) zu übertragenden ersten Datensymbols (D1) zur Mitteilung des Kanalparameters (P) des ersten Übertragungskanals (C1) an die Sendestation (BS) in Abhängigkeit von dem Kanalparameter (P) eingestellt wird.
  - 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
  - die Empfangsstation (MS) das Datensymbol (D1) zur Sendestation (BS) überträgt
  - 20 - und die Sendestation (BS) den Kanalparameter (P) des ersten Übertragungskanals (C1) anhand des empfangenen wenigstens eines Datensymbols (D1) ermittelt.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem
  - 25 der Kanalparameter (P) des ersten Übertragungskanals (C1) ein Phasenparameter und/oder ein Amplitudenparameter ist.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem
  - 30 der Parameter ( $\alpha$ ) des von der Empfangsstation (MS) zur Sendestation (BS) zu übertragenden ersten Datensymbols (D1) durch Addition oder Subtraktion des Wertes ( $\beta$ ) des Kanalparameters (P) des ersten Übertragungskanals (C1) geändert wird.



17

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem  
zusätzlich ein Parameter ( $\alpha$ ) eines zweiten von der Empfangsstation (MS) zur Sendestation (BS) zu übertragenden Datensymbols (D2) durch eine im Vergleich zum ersten Datensymbol (D1)  
5 entgegengesetzte mathematische Operation um den Wert ( $\beta$ ) des Kanalparameters (P) des ersten Übertragungskanals (C1) geändert wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem  
10 die von der Empfangsstation (MS) zu übertragenden Datensymbole (D1, D2), deren Parameter in Abhängigkeit des Kanalparameters (P) des ersten Übertragungskanals (C1) geändert wird, Pilotsymbole sind.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die von der Empfangsstation (MS) zu übertragenden Datensymbole (D1, D2), deren Parameter in Abhängigkeit des Kanalparameters (P) des ersten Übertragungskanals (C1) geändert wird, Nutzdaten sind.
- 20 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem eine Vielzahl von ersten Übertragungskanälen (C1) zwischen der Sendestation (BS) und der Empfangsstation (MS) vorhanden ist und das für jeden dieser ersten Übertragungskanäle (C1) durchgeführt wird.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem
- die Empfängerstation (MS) eine Mehrzahl von Empfangsantennen (AM) und/oder die Sendestation (BS) eine Mehrzahl von Sendeantennen (AB) aufweist
  - 30 - und zwischen je einer der Sendeantennen (AB) und einer der Empfangsantennen (AM) jeweils einer der ersten Übertragungskanäle (C1) angeordnet ist.

10. Empfangsstation (MS) für ein Funkkommunikationssystem

- mit einer Einheit (RM) zum Empfang eines Signals (S1) von einer Sendestation (BS) über einen ersten Übertragungs-  
5      kanal (C1),
- mit einer Einheit (CE) zum Bestimmen eines Kanalparameters (P) des ersten Übertragungskanal (C1)
- und mit einer Einheit (PUM) zum Einstellen eines Parame-  
10      ters ( $\alpha$ ) eines von der Empfangsstation (MS) über einen  
zweiten Übertragungskanal (C2) zur Sendestation (BS) zu übertragenden Datensymbols (D1) in Abhängigkeit von dem Kanalparameter (P) des ersten Übertragungskanal (C1) zur Mitteilung des Kanalparameters (P) an die Sendestation (BS).

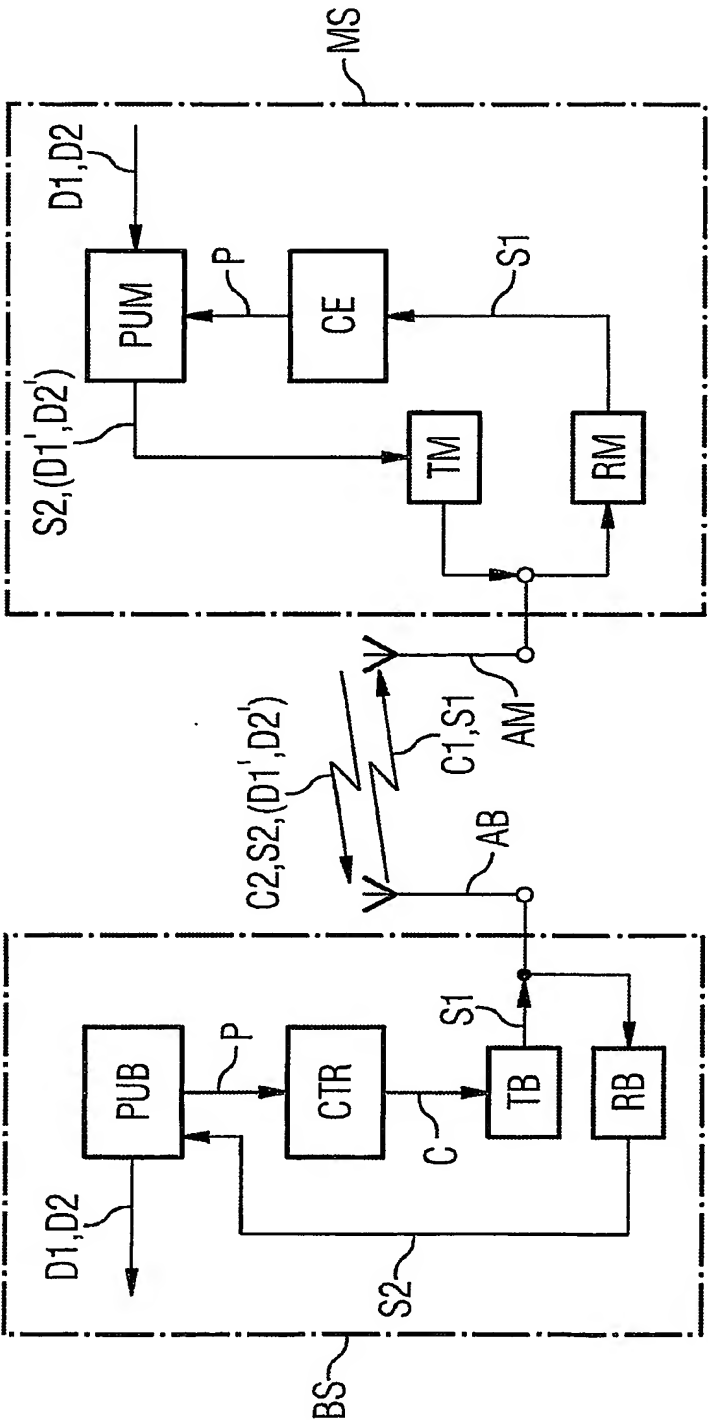
15

11. Sendestation (BS) für ein Funkkommunikationssystem

- mit einer Einheit (TB) zum Senden eines Signals (S1) über einen ersten Übertragungskanal (C1) an eine Empfangsstation (MS),
- 20      - mit einer Einheit (RB) zum Empfang wenigstens eines Datensymbols (D1) von der Empfangsstation (MS), wobei ein Parameter ( $\alpha$ ) des Datensymbols (D1) zur Mitteilung eines Kanalparameters (P) des ersten Übertragungskanal (C1) an die Sendestation (BS) in Abhängigkeit von dem wenigstens  
25      einen Kanalparameter (P) des ersten Übertragungskanal (C1) eingestellt ist,
- und mit einer Einheit (PUB) zum Ermitteln des Kanalparameters (P) anhand des empfangenen wenigstens einen Datensymbols (D1).

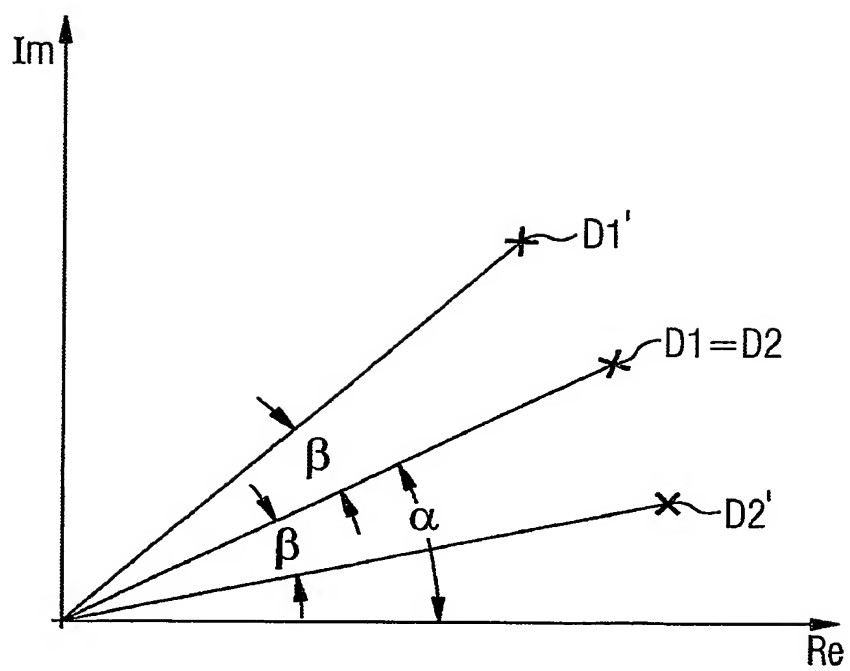
30

FIG 1



2/2

FIG 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/051469

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04B7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/063526 A (JITSUKAWA DAISUKE ; FUJITSU LTD (JP); SEKI HIROYUKI (JP); TANAKA YOSHI) 31 July 2003 (2003-07-31)	1-3,6-11
A	abstract	4,5
	figure 1	
	claims 1-3,5,6,8-11	
X	& EP 1 469 686 A (FUJITSU LTD) 20 October 2004 (2004-10-20)	1-3,6-11
X	"Description of the eigenbeamformer concept (update) and performance evaluation" 27 February 2001 (2001-02-27), 3GPP TSG RAN WG 1, XX, XX, PAGE(S) 1-9 , XP002224882	1-3,6-11
A	the whole document ----- -/--	4,5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 November 2004

Date of mailing of the international search report

03/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mier, A

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A  A  A  X A	<p>EP 1 267 443 A (MOBISPHERE LTD) 18 December 2002 (2002-12-18) claims 1-3,7,9-11,13 figures 6,7,11-13 paragraph '0028!</p> <p>-----</p> <p>"Advanced closed loop Tx diversity concept" 4 July 2000 (2000-07-04), 3GPP TSG RAN WG 1, XX, XX, XP002169992 the whole document</p> <p>-----</p> <p>"UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS SYSTEM (UMTS);PHYSICAL LAYER PROCEDURES(FDD) (3GPP TS 25.214 VERSION 3.4.0 RELEASE 1999)" September 2000 (2000-09), ETSI TS 125 214 V3.4.0, XX, XX, PAGE(S) 1-48, XP002166612 page 31 - page 38</p> <p>-----</p> <p>US 3 717 814 A (GANS M) 20 February 1973 (1973-02-20) abstract claims 1,2</p> <p>-----</p>	<p>1-3,6-11  4,5  1-11  1-11  1-3,6-11 4,5</p>

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03063526	A	31-07-2003	WO 03063526 A1	31-07-2003
			EP 1469686 A1	20-10-2004
EP 1469686	A	20-10-2004	WO 03063526 A1	31-07-2003
			EP 1469686 A1	20-10-2004
EP 1267443	A	18-12-2002	GB 2376568 A	18-12-2002
			CN 1391309 A	15-01-2003
			EP 1267443 A2	18-12-2002
			JP 2003060423 A	28-02-2003
			US 2002187812 A1	12-12-2002
US 3717814	A	20-02-1973	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H04B7/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/063526 A (JITSUKAWA DAISUKE ; FUJITSU LTD (JP); SEKI HIROYUKI (JP); TANAKA YOSHI) 31. Juli 2003 (2003-07-31)	1-3, 6-11
A	Zusammenfassung Abbildung 1 Ansprüche 1-3, 5, 6, 8-11	4, 5
X	& EP 1 469 686 A (FUJITSU LTD) 20. Oktober 2004 (2004-10-20)	1-3, 6-11
X	"Description of the eigenbeamformer concept (update) and performance evaluation" 27. Februar 2001 (2001-02-27), 3GPP TSG RAN WG 1, XX, XX, PAGE(S) 1-9 , XP002224882	1-3, 6-11
A	das ganze Dokument	4, 5

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mier, A



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	EP 1 267 443 A (MOBISPHERE LTD) 18. Dezember 2002 (2002-12-18) Ansprüche 1-3,7,9-11,13 Abbildungen 6,7,11-13 Absatz '0028! -----	1-3,6-11 4,5
A	"Advanced closed loop Tx diversity concept" 4. Juli 2000 (2000-07-04), 3GPP TSG RAN WG 1, XX, XX, XP002169992 das ganze Dokument -----	1-11
A	"UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS SYSTEM (UMTS);PHYSICAL LAYER PROCEDURES(FDD) (3GPP TS 25.214 VERSION 3.4.0 RELEASE 1999)" September 2000 (2000-09), ETSI TS 125 214 V3.4.0, XX, XX, PAGE(S) 1-48, XP002166612 Seite 31 - Seite 38 -----	1-11
X A	US 3 717 814 A (GANS M) 20. Februar 1973 (1973-02-20) Zusammenfassung Ansprüche 1,2 -----	1-3,6-11 4,5

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051469

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 03063526	A	31-07-2003	WO	03063526 A1	31-07-2003
			EP	1469686 A1	20-10-2004
EP 1469686	A	20-10-2004	WO	03063526 A1	31-07-2003
			EP	1469686 A1	20-10-2004
EP 1267443	A	18-12-2002	GB	2376568 A	18-12-2002
			CN	1391309 A	15-01-2003
			EP	1267443 A2	18-12-2002
			JP	2003060423 A	28-02-2003
			US	2002187812 A1	12-12-2002
US 3717814	A	20-02-1973	KEINE		